

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2005-510772

(P2005-510772A)

(43) 公表日 平成17年4月21日(2005.4.21)

(51) Int.Cl.⁷

G10L 19/00

G10L 19/02

F1

G10L 9/18

G10L 9/18

G10L 7/04

A

M

F

テーマコード (参考)

5D045

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2003-548234 (P2003-548234)
 (86) (22) 出願日 平成14年11月28日 (2002.11.28)
 (85) 翻訳文提出日 平成16年5月26日 (2004.5.26)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2002/013462
 (87) 国際公開番号 W02003/046891
 (87) 国際公開日 平成15年6月5日 (2003.6.5)
 (31) 優先権主張番号 0104004-7
 (32) 優先日 平成13年11月29日 (2001.11.29)
 (33) 優先権主張国 スウェーデン (SE)

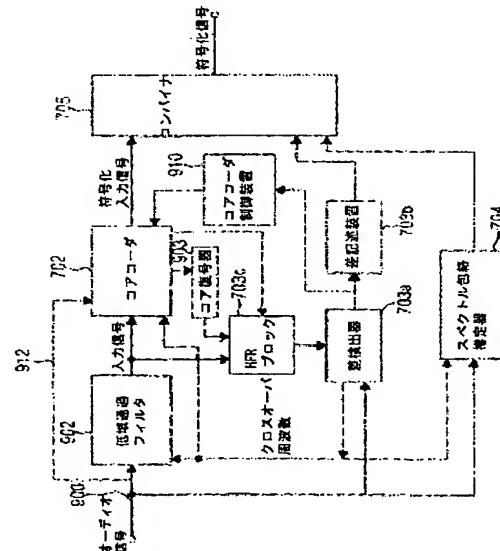
(71) 出願人 502112267
 コーディング テクノロジーズ アクチボ
 ラゲット
 スウェーデン国 ストックホルム、ドベル
 ンスガタン 64
 (74) 代理人 100085464
 弁理士 野口 繁雄
 (72) 発明者 クリストファー・クジェルリング
 スウェーデン国 S-17075 ゴルナ
 ロスティゲン 10
 (72) 発明者 ペル・エクストランド
 スウェーデン国 S-11640 ストッ
 クホルム ゼーデルマンナガタン 45

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高周波再構成を改善する方法

(57) 【要約】

本発明は、高周波再構成 (HFR) を利用してオーディオソース符号化システムを向上するための新規の方法及び新規の装置を提案する。それは符号器側で検出機構 (703a) を利用して、スペクトルのどの部分が復号器でHFR法によって正しく再生されないかを評価する。これに関する情報を効率的に符号化し (703b)、復号器に送信し、そこでHFR装置の出力と結合される。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

予め定められた周波数より下の周波数成分に基づいて、その予め定められた周波数より上の周波数成分を生成するのに適した、高周波再生技術を使用して復号するように意図された符号化信号を得るように、オーディオ信号を符号化するための符号器であって、

符号化アルゴリズムを使用して符号化される入力信号の符号化された表現であり、かつ前記予め定められた周波数より下のオーディオ信号の周波数成分を表わす符号化入力信号を提供するための手段（702）と、

前記入力信号又はその符号化されかつ復号された信号に前記高周波再生技術を実行して、前記予め定められた周波数より上の周波数成分を持つ再生信号を得るための高周波再生装置（703c）と、

有意しきい値を超える、前記再生信号と前記オーディオ信号との間の差を検出するための検出器（703a）と、

検出された差を記述して追加情報を得るための記述装置（703b）と、

前記符号化入力信号及び前記追加情報を結合して前記符号化信号を生成するためのコンバイナ（705）と、
を備えた符号器。

【請求項 2】

前記検出された差は前記再生信号に含まれないオーディオ信号のスペクトル線である、
請求項 1 に記載の符号器。

【請求項 3】

前記予め定められた周波数は入力信号が前記符号化アルゴリズムによって符号化される上限周波数を決定するクロスオーバー周波数である、請求項 1 又は 2 に記載の符号器。

【請求項 4】

前記検出器（703a）は前記再生信号と前記オーディオ信号に複数の周波数帯域を使用するように構成され、前記差が前記再生信号と前記オーディオ信号の同じ周波数帯域に基づいて検出される請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の符号器。

【請求項 5】

前記検出器（703a）及び／又は前記高周波再生装置が時間領域から周波数領域への変換器を含む請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の符号器。

【請求項 6】

前記時間領域から周波数領域への変換器がトランスフォーム又はフィルタバンクである請求項 5 に記載の符号器。

【請求項 7】

前記検出器（703a）は、

前記再生信号及び前記オーディオ信号に予測を実行するための予測装置と、

前記予測装置によって得られる予測利得の差において、前記有意しきい値を形成する利得しきい値より大きいものを検出するための検出器と、
を含む請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の符号器。

【請求項 8】

前記検出器（703a）は、前記オーディオ信号と前記再生信号との絶対スペクトルの差において、前記有意しきい値を形成する予め定められた差より高いものを検出するように構成されている請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の符号器。

【請求項 9】

前記検出のための検出器（703a）は、前記オーディオ信号及び前記再生信号の周波数依存性トナリティ尺度を決定し、前記トナリティ尺度が前記有意しきい値を形成するしきい値より大きく異なる周波数帯域を検出するように構成されている請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の符号器。

【請求項 10】

前記トナリティ尺度がトータル対雑音比である請求項 9 に記載の符号器。

【請求項 11】

前記オーディオ信号がサンプリング周波数を使用してサンプリングされた離散オーディオ信号であり、

前記予め定められた周波数が前記サンプリング周波数の値の2分の1より小さく、

前記検出器(703a)は、前記予め定められた周波数帯域より上の特定周波数帯域に対して差を決定するように構成され、前記特定周波数帯域の中心周波数が前記サンプリング周波数の値の2分の1より小さく、

該符号器は、前記決定された差を記述するために、前記符号化入力信号を生成するエンコーダを制御して、前記符号化アルゴリズムに従って前記特定周波数に関して前記オーディオ信号をさらに符号化するための制御装置(910)をさらに含み、前記特定周波数帯域に対する前記コード(702)の出力が前記追加情報の代用となる請求項1ないし10のいずれかに記載の符号器。 10

【請求項 12】

前記記述装置(703b)は前記オーディオ信号を帯域通過フィルタリングするための帯域通過フィルタを含み、前記帯域通過フィルタが、検出された差を含む特定の周波数帯域に設定され、

前記記述装置(703b)は前記帯域通過フィルタの出力を符号化して前記追加信号を得るために、前記符号化入力信号を符号化する符号化アルゴリズムとは異なる符号化アルゴリズムを使用する符号器を含む請求項1ないし10のいずれかに記載の符号器。

【請求項 13】

差を検出するための前記検出器はスペクトル線を検出するように構成され、

前記記述装置は前記検出されたスペクトル線の周波数位置に関する情報を生成するように構成された請求項1ないし11のいずれかに記載の符号器。 20

【請求項 14】

周波数位置に関する前記情報は、スケールファクタ帯域について、前記符号化信号を復号するとき、スペクトル線をその特定のスケールファクタ帯域に加えるべきかどうかを示すベクトルを含む請求項13に記載の符号器。

【請求項 15】

前記オーディオ信号がフレーム毎に処理され、前記決定された周波数がフレーム毎に可変である請求項1ないし14のいずれかに記載の符号器。 30

【請求項 16】

前記差検出器(703a)は、前記予め定められた周波数を検出された差に基づいて変動させるためのクロスオーバー周波数制御装置をさらに含む請求項15に記載の符号器。

【請求項 17】

HFR技術が、前記予め定められた周波数より下のスペクトル値から前記予め定められた周波数より上のスペクトル値を生成するように構成されている請求項1ないし16のいずれかに記載の符号器。

【請求項 18】

前記HFR技術が、連続周波数に関係する一群のスペクトル値又は帯域通過信号を、連続周波数に対応し予め定められた周波数より上の一群のスペクトル値又は帯域通過信号に転置するように構成されている請求項1ないし17のいずれかに記載の符号器。 40

【請求項 19】

前記オーディオ信号のスペクトル包絡を決定するためのスペクトル包絡推定器(704)をさらに含み、前記スペクトル包絡が前記予め定められた周波数より上の前記オーディオ信号のスペクトル部分に関連する請求項17又は18に記載の符号器。

【請求項 20】

前記スペクトル包絡のデータが、スペクトル値の数より少ない包絡データ点を含み、一スケールファクタ帯域に対し一つのデータ点が提供される請求項19に記載の符号器。

【請求項 21】

スペクトル成分が複素変換係数又は複素帯域通過信号である請求項1ないし20のいづ 50

れかに記載の符号器。

【請求項 2 2】

符号化アルゴリズムを使用して符号化された、予め定められた周波数より下の原オーディオ信号の周波数成分を表わす符号化入力信号と、前記入力信号又はその符号化されかつ復号された信号から高周波再生技術によって生成された再生信号と前記原オーディオ信号との間の検出された差を記述した追加情報とを含む符号化信号を復号するための復号器であって、

前記符号化アルゴリズムに従って前記符号化入力信号を復号することによって生成される復号入力信号を得るための手段（803）と、

前記追加情報に基づいて前記検出された差を再構成するための再構成装置（805）と 10

、
前記検出された差を得るための前記高周波再生技術と同様の高周波再生技術を実行して前記再生信号を得るための高周波再生装置（804）と、

前記復号入力信号、前記再構築された差、及び前記再生信号に基づいて、高周波再生オーディオ信号を生成するための生成装置（806、807）と、
を備えた復号器。

【請求項 2 3】

検出された差が指定周波数領域のスペクトル線を含み、前記追加情報が前記特定周波数領域に関係し、

前記再構築装置（805）が前記追加情報に応じて前記指定領域のスペクトル線を生成するように構成されている請求項 2 2 に記載の復号器。 20

【請求項 2 4】

前記追加情報が、スペクトル線を再構築するスケールファクタ帯域を指定し、

前記符号化信号が、前記予め定められた周波数より上のオーディオ信号のスペクトル部分を記述するためのスペクトル包絡データをさらに含み、

前記生成装置（806、807）が前記スケールファクタ帯域にスペクトル線を生成するように構成され、

前記生成されたスペクトル線を含む前記スケールファクタ帯域の所定のエネルギーが維持されるように、前記生成装置（806、807）がさらに前記スケールファクタ帯域のスペクトル線を調整するように構成されている請求項 2 2 又は 2 3 に記載の復号器。 30

【請求項 2 5】

前記高周波再生装置（804）は、合成フィルタバンクチャンネルを有する合成フィルタバンク（1203）を含み、前記合成フィルタバンクではスケールファクタ帯域が二つ以上のフィルタバンクチャンネルを含み、

前記符号化信号がスペクトル包絡ベクトル及びノイズフロアレベルベクトルをさらに含み、

前記再構成装置（805）は、前記再構成されたスペクトル線のレベルを前記スペクトル包絡ベクトルに基づいて計算するように構成されている請求項 2 2 ないし 2 4 のいずれかに記載の復号器。

【請求項 2 6】

前記生成装置（806、807）は、次式：

$$\begin{cases} y_{re}(l) = x_{re}(l) \cdot g_{hfr}(l) \\ y_{im}(l) = x_{im}(l) \cdot g_{hfr}(l) \end{cases} \quad \forall l_1 \leq l < l_u,$$

に従ってスケールファクタ帯域内で正弦波が挿入されないフィルタバンクチャンネルに対して帯域通過信号を決定するように構成され、

式中、 l はフィルタバンクチャンネル番号であり、 l_1 は前記スケールファクタ帯域の最低フィルタバンクチャンネル番号であり、 l_u は前記スケールファクタ帯域の最高フィルタ 50

バンクチャネルであり、 x_{re} はHFRブロック(804)によって出力される帯域通過信号サンプルの実数部であり、 x_{im} はHFRブロック(804)によって出力される帯域通過信号サンプルの虚数部であり、 y_{re} 及び y_{im} はフィルタバンクチャネルに対して調整された帯域通過信号の実数部及び虚数部であり、 g_{hfr} は前記ノイズフロアレベクトルから導出される利得調整係数である請求項25に記載の復号器。

【請求項27】

前記再構成装置(805)は合成正弦波が挿入される特定のスケールファクタ帯域 l_s を決定するように構成され、

挿入される合成正弦波のレベルが次の通り、

$$g_{\text{sin}}(n) = \sqrt{e(n)}$$

10

と定義され、ここで n は所定のスケールファクタ帯域の数であり、

e

はスペクトル包絡ベクトルであり、

前記生成装置は、次式：

$$y_{re}(l_s) = x_{re}(l_s) \cdot g_{hfr}(l_s) + g_{\text{sin}}(l_s) \cdot \bar{\phi}_{re}(k)$$

$$y_{im}(l_s) = x_{im}(l_s) \cdot g_{hfr}(l_s) + g_{\text{sin}}(l_s) \cdot (-1)^{l_s} \cdot \bar{\phi}_{im}(k)$$

20

に従って合成正弦波が配置されるチャネルの帯域通過信号を決定するように構成され、式中、 l_s は正弦波が挿入されるフィルタバンクチャネル番号であり、 l_1 は前記スケールファクタ帯域の最低フィルタバンクチャネル番号であり、 l_0 は前記スケールファクタ帯域の最高フィルタバンクチャネルであり、 x_{re} はHFRブロック(804)によって出力される帯域通過信号サンプルの実数部であり、 x_{im} はHFRブロック(804)によって出力される帯域通過信号サンプルの虚数部であり、 y_{re} 及び y_{im} はフィルタバンクチャネルの調整された帯域通過信号の実数部及び虚数部であり、 g_{hfr} は前記ノイズフロアレベクトルから導出される利得調整係数であり、 ϕ_{re} 及び ϕ_{im} が正弦波を帯域通過信号内に配置するための複素変調ベクトルを形成し、 k が0から4までの範囲の変調ベクトルインデックスである請求項25又は26に記載の復号器。

30

【請求項28】

予め定められた周波数より下の周波数成分に基づいて、予め定められた周波数より上の周波数成分を生成するのに適した、高周波再生技術を用いて復号されるように意図された符号化信号を得るようにオーディオ信号を符号化するための方法であって、

符号化アルゴリズムを使用して符号化される入力信号の符号化された表現であり、かつ前記予め定められた周波数より下のオーディオ信号の周波数成分を表わす符号化入力信号を提供するステップと、

前記入力信号又はその符号化されかつ復号された信号に前記高周波再生技術を実行して、前記予め定められた周波数より上の周波数成分を持つ再生信号を得るステップと、

前記再生信号と前記オーディオ信号との間の差であって、有意しき値を超えるものを検出するステップ(703a)と、

追加情報を得るために検出された差を記述するステップ(703b)と、

前記符号化信号を生成するために前記符号化入力信号及び前記追加情報を結合するステップと、

を含む方法。

【請求項29】

符号化アルゴリズムを使用して符号化された、予め定められた周波数より下の原オーディオ信号の周波数成分を表わす符号化入力信号と、前記入力信号又はその符号化されかつ

50

復号された信号から高周波再生技術によって生成された再生信号と前記原オーディオ信号との間の検出された差を記述する追加情報とを含む符号化信号を復号するための方法であって、

前記符号化アルゴリズムに従って前記符号化入力信号を復号することによって生成される復号入力信号を得るステップと、

前記追加情報に基づいて前記検出された差を再構成するステップと、

前記再生信号を得るために、前記検出された差を得るための前記高周波再生技術と同様の高周波再生技術を実行するステップと、

前記復号入力信号、前記再構築された差、及び前記再生信号に基づいて、高周波再生オーディオ信号を生成するステップと、

を含む方法。

10

【請求項 3 0】

コンピュータプログラムがコンピュータ上で作動するときに請求項 2 1 に従って符号化する方法又は請求項 2 2 に従って復号する方法を実行するためのプログラムコードを有するコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明はスペクトル帯域複製 SBR [WO 9 8 / 5 7 4 3 6] などの高周波再構成 (HFR) を利用するソース符号化システム又は関連方法に関する。本発明は低品質のコピーアップ方法 [米国特許第 5, 1 2 7, 0 5 4 号] の性能のみならず、高品質の方法 (SBR) の性能をも改善する。本発明はスピーチ符号化システムとナチュラルオーディオ符号化システムの両方に適用することができる。

20

【背景技術】

【0 0 0 2】

発明の背景

高周波再構成 (HFR) は、オーディオアルゴリズム及びスピーチ符号化アルゴリズムの品質を向上させる比較的新しい技術である。今日まで、それは、第三世代セルラシステム用の広帯域 AMR コーダなどのスピーチコーデック用、及び従来の波形コーデックに高周波再構成アルゴリズム SBR が補足された (結果として MP 3 PRO 又は AAC + SBR が得られる) MP 3 又は AAC などのオーディオコーデック用に導入されてきた。

30

【0 0 0 3】

高周波再構成は、オーディオ信号及びスピーチ信号の高周波を符号化する非常に効率的な方法である。それは、独力では符号化を実行することができないので、常に通常の波形をベースとするオーディオコーデック (例えば AAC、mp 3) 又はスピーチコーデックと組み合わせて使用される。これらはスペクトルの低周波を符号化する役割を担う。高周波再構成の基本概念は、高周波数を符号化し送信するのではなく、別個に又はベースコーデックの補助データとして送信することができる、低ビットレートのビットストリームで送信される幾つかの追加パラメータ (主にオーディオ信号の高周波スペクトル包絡を記述するデータ) の助けを借りて、低部スペクトルに基づき復号器内で再構成するというものである。追加パラメータは省略することもできるが、現時点では、そのような方法により到達可能な品質は、追加パラメータを使用するシステムに比較して低劣である。

40

【0 0 0 4】

特にオーディオ符号化の場合、HFR は特に「よく聞こえるが、明瞭でない」品質範囲の符号化効率を著しく改善する。これには主に次の二つの理由がある。

・ mp 3 など従来の波形コーデックは、非常に低いビットレートの場合、オーディオ帯域幅を低減する必要がある。さもなければスペクトルにおけるアーチファクトレベルが高くなりすぎるためである。HFR はこれらの高周波を非常に低いコストで、かつ良好な品質で再生する。HFR は低コストで高周波成分を生成することができるので、オーディオコーデックによって符号化されるオーディオ帯域幅をさらに低減することができ、結果的にト

50

ータルシステムのアーチファクトがより少なくなり、最悪時の挙動が良くなる。

・ H F R は符号器におけるダウンサンプリング／復号器におけるアップサンプリングと組み合わせて使用することができる。この頻繁に使用されるシナリオでは、H F R 符号器は全帯域幅のオーディオ信号を解析するが、オーディオコードに送り込まれる信号はより低いサンプリングレートにダウンサンプリングされる。典型的な例では、H F R のレートが 44.1 kHz であり、オーディオコードのレートが 22.05 kHz である。オーディオ符号器は通常サンプリングレートが低い方がより効率的であるので、オーディオ符号器を低サンプリングレートで作動させることは有利である。復号側では、復号された低サンプリングレートのオーディオ信号がアップサンプリングされ、H F R 部が加えられる。こうして、オーディオコードは例えば半分のサンプリングレートで動作するが、元のナイキスト周波数まで周波数を生成することができる。 10

【0005】

H F R を使用するシステムの基本パラメータはいわゆるクロスオーバー周波数 (C O F)、すなわち通常の波形符号化が停止し、H F R 周波数範囲が始まる周波数である。最も簡単な構成は、一定周波数の C O F を持つことである。すでに導入されているより高度な解決法は、符号化される信号の特性に C O F を動的に適合させることである。

【0006】

H F R の主要な問題は、オーディオ信号が、現行の H F R 法では再構成することが難しいが、他の手段、例えば波形符号化法によって、又は合成信号生成によってより容易に再生することのできる、より高い周波数の成分を含むことがあることである。簡単な例として、C O F より上の一つの正弦波からのみ成る信号の符号化がある (図 1)。ここで C O F は 5.5 kHz である。低周波には利用可能な有用な信号が無いので、低帯域の外挿に基づいて広帯域を得る H F R 法では、いかなる信号も生成されない。したがって、正弦波信号を再構成することができない。この信号を有効に符号化するために他の手段が必要である。この単純な例では、C O F の柔軟な調整を達成する H F R システムが、すでに該問題をある程度解決することができている。C O F を正弦波の周波数より上に設定すると、コアコードを使用して信号を非常に効率的に符号化することができる。しかし、これは、そうすることが可能であることを前提としており、いつもそうであるとは限らない。先に述べた通り、H F R をオーディオ符号化と組み合わせる利点は、コアコードを半分のサンプリングレートで動作することができる (より高い圧縮効果をもたらす) ということである。コアが 22.05 kHz で動作する 44.1 kHz のシステムなどの現実的なシナリオでは、そのようなコアコードは約 10.5 kHz までの信号しか符号化することができない。しかし、それとは別に、該問題は、より多くの複素信号を考慮する場合には、コアコードの範囲内のスペクトルの部分に対してさえも相当複雑になる。現実の信号は、例えば複素スペクトル内の高周波の可聴正弦波状成分 (例えば小さいベル) を含むことがある (図 2)。この場合、H F R 法によって達成される利得の大半は、スペクトルのずっと大きい部分にコアコードを使用することによって減殺されるので、C O F の調整は解決にならない。 30

【発明の開示】

【0007】

発明の要約

したがって、上述した問題の解決策及び本発明の主題は、C O F を変更させることができるだけでなく、異なる方法の周波数選択的複合によって復号化／再構成されたスペクトルをずっと柔軟に複合することもできる、非常に柔軟な H F R システムの概念である。 40

【0008】

本発明の基本は、異なる符号化又は再構成方法を周波数に依存して選択することを可能にする H F R システムのメカニズムである。これは、例えば S B R で使用されるような 64 帯域フィルタバンク解析／合成システムにより行なうことができる。エイリアスの無い等化機能を達成する複素フィルタバンクは特に有益になり得る。

【0009】

主要な進歩性は、フィルタバンクが今やC O Fや次に続く包絡調整のためのフィルタとして働くだけではないことにある。それはまた、各々のフィルタバンクチャネルの入力を以下のソースから非常に柔軟に選択するためにも使用される。

波形符号化（コアコードを使用する）；

転置（次に続く包絡調整による）；

波形符号化（ナイキストを超えた追加符号化を使用する）；

パラメータ符号化；

スペクトルの特定部分で適用可能ないずれかの他の符号化／再構成方法；

又は、それらの任意の組合せ。

【0010】

10

したがって、今や、最高の可能な品質及び符号化利得を達成するために、任意のスペクトル構成において波形符号化、他の符号化方法及びH F R再構成を使用することができる。しかし、本発明がサブバンドフィルタバンクの使用に限定されず、言うまでもなく任意の周波数選択的フィルタリングでも使用できることは明白である。

【0011】

本発明は次の特徴を含む。

復号器で利用可能な低帯域を利用して高帯域を外挿するH F R方法；

符号器側で、C O Fより低い周波数範囲に基づいては、H F R方法が原信号の単一又は複数のスペクトル線と同様の単一又は複数のスペクトル線を正しく生成しない異なる周波数領域内で、評価するためにH F R方法を使用すること；

20

その異なる周波数領域に対して、単一又は複数のスペクトル線を符号化すること；

その異なる周波数領域に対し符号化された単一又は複数のスペクトル線を符号器から復号器へ送信すること；

その単一又は複数のスペクトル線を復号すること；

復号された単一又は複数のスペクトル線を復号器におけるH F R方法からの出力の各周波数領域に加えること；

その符号化は前記単一又は複数のスペクトル線のパラメータ符号化である；

その符号化は前記単一又は複数のスペクトル線の波形符号化である；

パラメータ符号化された単数又は複数のスペクトル線がサブバンドフィルタバンクを用いて合成される；

30

単一又は複数のスペクトル線の波形符号化は、ソース符号化システムの基礎を成すコアコードによって行なわれる；

単数又は複数のスペクトル線の波形符号化は、任意の波形コードによって行なわれる。

【0012】

本発明を今から、発明の範囲又は精神を限定するのではなく、例証として、添付の図面に関連して説明する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

好適な実施形態の説明

以下で述べる実施形態は、高周波再構成システムの改善のための本発明の原理の単なる例証である。ここに記載する構成及び詳細の修正及び変形が当業者には明白であることが理解される。したがって、本発明は本書に記載する特許請求の範囲によってのみ限定されるものであって、本書で実施形態の記述及び説明によって提示する特定の詳細によって限定するつもりはない。

40

【0014】

図9は本発明の符号器を示す。符号器はコアコード702を含む。ここで、本発明の方法は、既存のコアコード用のいわゆるアドオンモジュールとして使用することもできることに留意されたい。この場合、本発明の符号器は、別個の独立コアコード702によって出力される符号化された入力信号を受け取るための入力を含む。

【0015】

50

図9の本発明の符号器はさらに高周波再生ブロック703c、差検出器703a、差記述装置ブロック703b、及びコンバイナ705を含む。

【0016】

以下では、上述した手段の機能的相互依存関係について説明する。

【0017】

特に、本発明の符号器は、オーディオ信号入力900に入力されるオーディオ信号を符号化して符号化信号を得るためのものである。その符号化信号は、予め定められた周波数より低い周波数成分に基づき、クロスオーバー周波数とも呼ばれる予め定められた周波数より上の周波数成分を生成するのに適した高周波再生技術を使用して復号するように意図されている。

10

【0018】

ここで、高周波再生技術として、最近公知となった広範囲の様々な技術を使用できることに留意されたい。これに関して、用語「周波数成分」は広い意味に理解されたい。この用語は少なくとも、FFT、MDCT、又は何か別のものなどの時間領域／周波数領域変換によって得られるスペクトル係数を含む。また、用語「周波数成分」は帯域通過信号、すなわち低域通過フィルタ、帯域通過フィルタ、又は高域通過フィルタなどの周波数選択フィルタの出力で得られる信号をも含む。

【0019】

コアコーダ702が本発明の符号器の一部であるか否か、あるいは本発明の符号器が既存のコアコーダのアドオンモジュールとして使用されるか否かの事実に関係なく、本発明の符号器は、入力信号の符号化表現でありかつ符号化アルゴリズムを用いて符号化された、符号化入力信号を提供するための手段を含む。これに関連して、入力信号は予め定められた周波数より低い、すなわちいわゆるクロスオーバー周波数より低いオーディオ信号の周波数成分を表わすことに注意されたい。入力信号の周波数成分がオーディオ信号の低域部だけを含むことを示すために、図9には低域通過フィルタ902が示されている。本発明の符号器は実際、そのような低域通過フィルタを持つことができる。また、そのような低域通過フィルタはコアコーダ702内に含めることができる。また、コアコーダは他の公知の手段によってオーディオ信号の周波数帯域を廃棄する機能を実行することができる。

20

【0020】

コアコーダ702の出力には、符号化された入力信号が存在し、それは、その周波数成分に関して入力信号に似ているが、符号化入力信号が予め定められた周波数より上の周波数成分を含まない点で、オーディオ信号とは異なる。

30

【0021】

高周波再生ブロック703cは、入力信号、すなわちコアコーダ702に入力された信号に対し、又はその符号化されかつ再び復号された信号に対し、高周波再生技術を実行するためのものである。上記の復号された信号を選択する場合、本発明の符号器は、コアコーダから符号化入力信号を受け取り、かつ、低ビットレートで送信された符号化信号に対してオーディオ帯域幅に向上させる高周波再生技術が実行される復号器／受信器側に存在するのと全く同じ状況が得られるように、この信号を復号するコア復号器903をも含む。

40

【0022】

HFRブロック702は、予め定められた周波数より上の周波数成分を含む再生信号を出力する。

【0023】

図9に示す通り、HFRブロック703cによって出力される再生信号は、差検出手段703aに入力される。他方、差検出手段は、オーディオ信号入力900に入力される原オーディオ信号をも受け取る。HFRブロック703cからの再生信号と入力900からのオーディオ信号との間の差を検出するための該手段は、予め定められた有意しき値を超えるこれらの信号間の差を検出するように構成されている。有意しき値として機能する好適なしき値の幾つかの例については後述する。

50

【0024】

差検出器の出力は、差記述装置ブロック703bの入力に接続される。差記述装置ブロック703bは、検出された差を特定の方法で記述して検出された差に関する追加情報を得るためのものである。これらの追加情報はコンバイナ手段705に入力するのに適したものであり、コンバイナ手段705は符号化入力信号、その追加情報、及び受信器へ送信されるかあるいは記憶媒体に格納される符号化信号を得るために生成することのできる幾つかの他の信号を結合する。追加情報の顕著な一例は、スペクトル包絡推定器704によって生成されるスペクトル包絡情報である。スペクトル包絡推定器704は、予め定められた周波数より上、すなわちクロスオーバー周波数より上のオーディオ信号のスペクトル包絡情報を提供するために構成されている。このスペクトル包絡情報は、復号器側のHFRモジュールで、予め定められた周波数より上の復号オーディオ信号のスペクトル成分を合成するために使用される。

【0025】

本発明の好適な実施形態では、スペクトル包絡推定器704は、スペクトル包絡の粗な表現のみを提供するために構成されている。特に、各スケールファクタ帯域に対しスペクトル包絡値を一つだけ提供することが好ましい。スケールファクタ帯域の使用は当業者には公知である。MP3又はMPEG-AACなどの変換コードに関しては、スケールファクタ帯域はいくつかのMDCT線を含む。どのスペクトル線がどのスケールファクタ帯域に属するかの詳細な編成は標準化されているが、変更することができる。一般的に、スケールファクタ帯域は幾つかのスペクトル線（例えばMDCT線；ここでMDCTとは変形離散コサイン変換の略である）、又は帯域通過信号を含み、その数はスケールファクタ帯域毎に異なる。一般的に、一つのスケールファクタ帯域は少なくとも3つ以上、通常は10又は20を超えるスペクトル線又は帯域通過信号を含む。

【0026】

本発明の好適な実施形態では、本発明の符号器はさらに可変クロスオーバー周波数を含む。クロスオーバー周波数の制御は本発明の差検出器703aによって行なわれる。制御は、より高いクロスオーバー周波数がHFRによって生成されるアーチファクトを低減するのに非常に貢献するという結論に差検出器が達した場合に、差検出器が符号化入力信号の帯域幅を拡張するためにコアコード702のみならず低域通過フィルタ902及びスペクトル包絡推定器704にもクロスオーバー周波数をより高い周波数にするように指示することができるように構成されている。

【0027】

他方、検出器は、クロスオーバー周波数より低い特定の帯域幅が音響的に重要でなく、かつ、したがってコアコードによって直接符号化しなければならないというよりむしろ、復号器でHFR合成によって容易に生成することができることが判明した場合、クロスオーバー周波数を低減するように構成することもできる。

【0028】

クロスオーバー周波数を低下することによって節約されるビットは、他方ではクロスオーバー周波数を増加しなければならない場合に使用することができるので、心理音響コーディング法に対して知られている一種のビット節約オプションを得ることができる。これらの方法では、符号化しやすい、すなわちアーチファクト無しで符号化するために低い数のビットしか必要でない白ノイズ信号部分も信号に存在し、かつ白ノイズ信号部分は特定のビット節約制御によって認識される場合には、他方では、符号化することが難しい、すなわちアーチファクトなしに符号化するために多数のビットを必要とする主にトーン成分により多くのビットを使用することができる。

【0029】

要約すると、クロスオーバー周波数制御は、差検出器によって行なわれる検出結果に応じて、予め定められた周波数すなわちクロスオーバー周波数を増加又は減少するように構成される。差検出器は、一般に、復号器における実際の状況をシミュレートするために、HFRブロック703cの効率及び性能を評価する。

【0030】

差検出器703aは、再生信号に含まれないオーディオ信号のスペクトル線を検出するように構成されることが好ましい。これを行なうために、差検出器は、再生信号及びオーディオ信号について予測動作を実行するための予測器と、再生信号及びオーディオ信号に対して得られた予測利得における差を決定するための手段とを含むことが好ましい。特に、再生信号又はオーディオ信号の周波数関連部分のうち、予測器利得における差がこの好適な実施形態における有意しき値である利得しき値より大きいものを決定する。

【0031】

ここで、差検出器703aは好ましくは、一方で再生信号及び他方でオーディオ信号において対応する周波数帯域を評価するという意味で、周波数選択的要素として働くことに注意されたい。このために、差検出器は、オーディオ信号及び再生信号を変換するための時間一周波数変換要素を含むことができる。本発明に適用される好適な高周波再生方法の場合のように、HFRブロック703cによって生成される再生信号がすでに周波数関連表現として存在する場合、そのような時間領域/周波数領域変換手段は必要ない。

【0032】

通常時間領域信号であるオーディオ信号を変換する場合のように、時間領域一周波数領域変換要素を使用しなければならない場合、フィルタバンク手法が好適である。解析フィルタバンクは適切な寸法の隣接帯域通過フィルタの列を含み、各帯域通過フィルタはそれぞれの帯域通過フィルタの帯域幅によって定義される帯域幅を有する帯域通過信号を出力する。帯域通過フィルタ信号は、その導出元の信号に比較して制限帯域幅を有する時間領域信号と解釈することができる。帯域通過信号の中心周波数は、当業界で既知の通り、解析フィルタバンクのそれぞれの帯域通過フィルタの位置によって定義される。

【0033】

後述する通り、有意しき値を超える差を決定するための好適な方法は、トナリティ尺度と、特にトナル対雑音比に基づく決定である。そのような方法は信号におけるスペクトル線、又は信号における雑音部分を安定かつ効率的に見つけ出すのに適しているからである。

【0034】

符号化すべきスペクトル線の検出

HFR後に復号された出力で紛失しているスペクトル線を符号化することができるようにするために、符号器でこれらを検出することが不可欠である。これを達成するために、後続復号器HFRの適切な合成を符号器で実行する必要がある。これは、この合成の出力が復号器のそれと同様の時間領域出力信号である必要があることを意味しない。復号器でHFRの絶対スペクトル表現を観察しかつ合成すれば十分である。これは、QMFフィルタバンクにおける予測と、その後の原信号とHFR対応物との間の予測利得における差のピーク選定を使用することによって達成することができる。予測利得における差のピーク選定の代わりに、絶対スペクトルの差も使用できる。どちらの方法の場合も、成分の周波数分布についてHFRが復号器で行なうものと同様の再構成を単に行なうことによって、HFRの周波数依存性予測利得又は絶対スペクトルが合成される。

【0035】

ひとたび原信号及び合成HFR信号という二つの表現が得られると、幾つかの方法で検出を行なうことができる。

【0036】

QMFフィルタバンクでは、様々なチャネルに対して低次の線形予測、例えば二次LPC (LPC-order 2) を実行することができる。予測された信号のエネルギー及び信号の総エネルギーが与えられると、次式に従ってトナル対雑音比を定義することができる。

$$q = \frac{\Psi - E}{E}$$

ここで

10

20

30

40

50

$$\Psi = |x(0)|^2 + |x(1)|^2 + \dots + |x(N-1)|^2$$

は所定のフィルタバンクチャネルについての信号ブロックのエネルギー、Eは予測エラーブロックのエネルギーである。これを原信号に対して計算することができ、それを前提として、復号器のHFR出力における様々な周波数帯域に対するトータル対雑音比の表現を得ることができる。(QMFの周波数分解能より大きい) 任意の周波数選択に基づき、二つの間の差をこうして計算することができる。原信号と復号器のHFRからの予測出力との間のトータル対雑音比の差を表わすこの差ベクトルは、その後、所定のHFR技法の欠点を補償するために追加符号化方法が必要な場所を決定するために使用される(図3)。ここでは、サブバンドフィルタバンク帯域15~41間の周波数範囲に対応するトータル対雑音比が、原信号及び合成HFR出力に対して表示されている。グリッドは、バークスケール(bark-scale)法でグループ化された周波数範囲のスケールファクタ帯域を示す。各スケールファクタ帯域に対し、原信号とHFR出力の最大成分間の差が計算され、3番目の図表に表示されている。

【0037】

上記の検出は、原信号の任意のスペクトル表現と合成HFR出力、例えば絶対スペクトルのピーク選定[「Extraction of spectral peak parameters using a short-time Fourier transform modeling [sic] and no sidelobe windows」, Ph Depalle, T Helie, IRCA M]又は同様の方法を、使用し、次いで原信号で検出されたトータル成分と合成HFR出力で検出された成分とを比較して実行することもできる。

【0038】

HFR出力からスペクトル線が紛失していると思われる場合、効率的に符号化し、復号器に送信し、HFR出力に追加する必要がある。インタリーブ波形符号化、又は例えばスペクトル線のパラメータ符号化など、幾つかの手法を使用することができる。

【0039】

QMF/ハイブリッドフィルタバンク、インタリーブ波形符号化

符号化すべきスペクトル線がコアコードのFS/2より下にある場合、そのスペクトル線はそのコアコードによって符号化することができる。これは、コアコードがCOFまでの周波数範囲全体、及び復号器でHFRによって再生されないトータル成分の周囲の定義された周波数範囲を符号化することを意味する。また、トータル成分は任意の波形コードによって符号化することができ、この方法では、システムはコアコードのFS/2によって制限されず、原信号の周波数範囲全体に対して動作することができる。

【0040】

この目的のために、コアコード制御装置910が本発明の符号器に設けられる。差検出器703aが、予め定められた周波数より上であるがサンプリング周波数の値の半分(FS/2)より下の有意のピークを確定する場合、コアコード制御装置910がコアコード702にオーディオ信号から導出された帯域通過信号をコア符号化させる。その帯域通過信号の周波数帯域はそのスペクトル線が検出された周波数を含み、実際の実現によっては、その検出されたスペクトル線を埋め込む特定の周波数帯域をも含む。この目的のために、コアコード702自体又はコアコード内の制御可能な帯域通過フィルタが、破線912によって示されるようにコアコードに直接送られるオーディオ信号から関連部分をフィルタリングする。

【0041】

この場合、コアコード702は、差検出器によって検出されたクロスオーバー周波数を超えるスペクトル線を符号化するという意味で、差記述装置703bとして働く。したがって、差記述装置703bによって得られる追加情報は、予め定められた周波数より上であるがサンプリング周波数の値の半分(FS/2)より低いオーディオ信号の特定の帯域に関連する、コアコード702によって出力される符号化信号に対応する。

【0042】

前述した周波数スケジューリングをより分かりやすく解説するために、図11を参照して説明する。図11は、0の周波数から始まり、図11の右に向かって伸びる周波数スケールを示す。特定の周波数値で、クロスオーバー周波数とも呼ばれる予め定められた周波数1100を見ることができる。この周波数より下では、図9のコアコーダ702が符号化入力信号を生成するように作動する。その予め定められた周波数より上では、スペクトル包絡推定器704だけが作動して、例えば各スケールファクタ帯域に一つのスペクトル包絡が得られる。図11から、スケールファクタ帯域は、公知の変換コードの場合、周波数係数又は帯域通過信号に対応する幾つかのチャネルを含むことが明らかになる。図11はまた、後述する図12の合成フィルタバンクからの合成フィルタバンクチャネルを示すのにも有用である。また、サンプリング周波数の値の半分 $FS/2$ も示されており、それは図11の場合、その予め定められた周波数より上にある。

10

【0043】

検出されたスペクトル線が $FS/2$ より上にある場合、コアコーダ702は差記述装置703bとして働くことができない。この場合、上述した通り、差記述装置では、オーディオ信号のうち通常のHFR技法では再生されないスペクトル線に関する追加情報を符号化/獲得するために、完全に異なる符号化アルゴリズムを適用しなければならない。

【0044】

以下では、図10を参照しながら、符号化信号を復号するための本発明の復号器について説明する。符号化信号は入力1000でデータストリームデマルチプレクサ801に入力される。特に、符号化信号は、原オーディオ信号（図9の入力900に入力されたもの）の予め定められた周波数より下の周波数成分を表わす符号化入力信号（図9のコアコーダ702から出力されたもの）を含む。原信号の符号化は、特定の既知の符号化アルゴリズムを使用してコアコーダ702で実行された。入力1000の符号化信号は、再生信号と原オーディオ信号との間の検出された差を記述する追加情報を含む。その再生信号とは入力信号又はその符号化され復号された信号（図9のコアデコーダ903による実施形態）から高周波再生技術（図9のHFRブロック703cに実現される）によって生成されたものである。

20

【0045】

特に、本発明の復号器は、符号化アルゴリズムに従って符号化入力信号を復号することによって生成される復号入力信号を得るための手段を含む。この目的のために、本発明の復号器は、図10に示すようにコアデコーダ803を含むことができる。また、本発明の復号器は、復号入力信号を得るための手段が図10に示すようにその後配置されたHFRブロック804の特定の入力を使用することによって実現されるように、既存のコアコーダへのアドオンモジュールとして使用することもできる。本発明の復号器はまた、図9に示した差記述装置703bによって生成された追加情報に基づいて、検出された差を再構成するための再構成装置をも含む。

30

【0046】

主要構成要素として、本発明の復号器はさらに、図9に示すようにHFRブロック703cによって実現された高周波再生技術と同様の高周波再生技術を実行するための高周波再生手段を含む。高周波再生ブロックは再生信号を出力し、それは通常のHFR復号器において、符号器で廃棄されたオーディオ信号のスペクトル部分を合成するために使用される。

40

【0047】

本発明では、図8のブロック806及び807の機能性を含む生成装置を設けるので、生成装置によって出力されるオーディオ信号は、高周波再構成部分を含むだけでなく、検出された差、好ましくは、HFRブロック804では合成することができないが原オーディオ信号に存在していたスペクトル線をも含む。

【0048】

後述するように、生成装置806、807は、HFRブロック804によって出力され

50

た再生信号を使用し、それを単に、コアコード 803 によって出力された低帯域復号信号と結合し、次いで追加情報に基づいてスペクトル線を挿入することができる。また、好ましくは、生成装置は、図 12 に関連して概説するように、HFR 生成スペクトル線の多少の操作をも行なう。一般的に、生成装置は単にスペクトル線を HFR スペクトルの特定の周波数位置に挿入するだけでなく、挿入されるスペクトル線付近の減衰 HFR 再生スペクトル線における挿入スペクトル線のエネルギーをも考慮する。

【0049】

上記の処置は、符号器で実行されるスペクトル包絡パラメータ推定に基づく。スペクトル線が配置される予め定められた周波数すなわちクロスオーバー周波数より上のスペクトル帯域で、スペクトル包絡推定器はこの帯域のエネルギーを推定する。そのような帯域は例えばスケールファクタ帯域である。スペクトル包絡推定器は、エネルギーが雑音性スペクトル線又は特定の顕著なピークすなわちトータルスペクトル線のどちらに由来するかに関係なく、この帯域のエネルギーを蓄積するので、所定のスケールファクタ帯域のスペクトル包絡推定は、所定のスケールファクタ帯域の「雑音性」スペクトル線のエネルギーのみならず、スペクトル線のエネルギーをも含む。

【0050】

符号化信号に関連して送信されるスペクトルエネルギー推定情報をできるだけ正確に使用するために、本発明の復号器は、所定のスケールファクタ帯域における付近の「雑音性」スペクトル線のみならず挿入スペクトル線をも調整することによって符号器におけるエネルギー蓄積方法を考慮するので、総エネルギーすなわちこの帯域の全ての線のエネルギーが、このスケールファクタ帯域の送信スペクトル包絡の推定によって決定されるエネルギーに対応する。

【0051】

図 12 は、解析フィルタバンク 1200 及び合成フィルタバンク 1202 に基づく好適な HFR 再構成のための略図を示す。解析フィルタバンクは合成フィルタバンクと同様に、スケールファクタ帯域及び予め定められた周波数に関連して図 11 に示した通り、幾つかのフィルタバンクチャネルから構成される。図 12 に 1204 で示した予め定められた周波数より上のフィルタバンクチャネルは、フィルタバンク信号、すなわち図 12 に線 1206 で示す通り、予め定められた周波数より下のフィルタバンクチャネルによって再構成しなければならない。ここで、各フィルタバンクチャネルには、複素帯域通過信号サンプルを有する帯域通過信号が存在することに注目されたい。図 10 の高周波再構成ブロック 804 は、かつ図 9 の HFR ブロック 703 c も、特定の HFR アルゴリズムに関連して HFR を行なうように構成された転置／包絡調整モジュール 1208 を含む。符号器側のブロックは必ずしも包絡調整モジュールを含む必要がないことに注目されたい。トナリティ尺度は周波数の関数として推定することが好ましい。そうすると、トナリティの差が大きすぎるときに、絶対スペクトル包絡の差は無関係である。

【0052】

HFR アルゴリズムは純調波又は近似調波 HFR アルゴリズムとすることができ、あるいは、予め定められ周波数より下の幾つかの連続解析フィルタバンクチャネルから予め定められた周波数より上の特定の連続合成フィルタバンクチャネルへの転置を含む、低複雑性 HFR アルゴリズムとすることができ、さらに、ブロック 1208 は、一つのスケールファクタ帯域における調整スペクトル線の蓄積エネルギーが例えばそのスケールファクタ帯域のスペクトル包絡値と一致するように、転置されるスペクトル線の大きさを調整するように包絡調整関数を含むことが好ましい。

【0053】

図 12 から、一つのスケールファクタ帯域が幾つかのフィルタバンクチャネルを含むことが明らかになる。一例のスケールファクタ帯域はフィルタバンクチャネル 1_{10} からフィルタバンクチャネル 1_{100} まで広がる。

【0054】

その後の適応／正弦波挿入法に関して、ここで、この適応又は「操作」が、HFR 生成

帯域通過信号を操作するためのマニピュレータ1210を含む図10の生成装置806、807によって行なわれることに留意されたい。このマニピュレータ1210は、入力として、図10の再構成装置805から少なくとも線の位置、すなわち好ましくは、合成される正弦波が配置される番号1_sを受け取る。さらに、マニピュレータ1210はこのスペクトル線（正弦波）に対する適切なレベル、及び好ましくは所定のスケールファクタ帯域sfb1212の総エネルギーに関する情報をも受け取ることが好ましい。

【0055】

ここで、合成正弦波信号が挿入される特定のチャンネル1_sが、後述するように所定のスケールファクタ帯域1212の他のチャンネルとは異なる処理を受けることに注目されたい。ブロック1208によって出力されるHFR再生チャンネル信号の「処理」は、上述したように、図10の生成装置806、807の一部であるマニピュレータ1210によって行なわれる。

【0056】

スペクトル線のパラメータ符号化

紛失スペクトル線のパラメータ符号化を使用するフィルタバンクをベースとするシステムの一例を以下で概説する。

【0057】

システムが[PCT/SE00/00159]による適応ノイズフロア追加を使用するHFR法を使用する場合、スペクトル線のレベルは包絡データ及びノイズフロアデータによって与えられるので、紛失スペクトル線の周波数位置だけを符号化する必要がある。所定のスケールファクタ帯域の総エネルギーはエネルギーデータによって与えられ、トータル／雑音エネルギー比はノイズフロアレベルのデータによって与えられる。さらに、ヒトの聴覚系の周波数分解能は高い周波数では粗くなるので、高周波領域ではスペクトル線の厳密な位置はあまり重要でない。これは、各スケールファクタ帯域について復号器でその特定の帯域に正弦波を加えるべきかどうかを示すベクトルは必須であるが、それにより、スペクトル線を非常に効率的に符号化できることを暗に示している。

【0058】

復号器でスペクトル線は数通りの方法で生成することができる。一つの手法は、HFR信号の包絡調整にすでに使用されているQMFフィルタバンクを利用する。隣接チャンネルにエイリアシングを発生させないためにサブバンドフィルタバンクをフィルタチャンネルの真ん中に配置することを前提として、サブバンドフィルタバンクで正弦波を生成することが簡単なので、この手法は非常に効率的である。スペクトル線の周波数位置は通常粗く量子化されるので、これは厳しい制約ではない。

【0059】

符号器から復号器へ送られるスペクトル包絡データが時間的及び周波数的に、グループ化されたサブバンドフィルタバンクエネルギーによって表わされる場合、所定の時間におけるスペクトル包絡ベクトルは、

$$\bar{e} = [e(1), e(2), \dots, e(M)]$$

によって表わすことができ、かつ、ノイズフロアレベルのベクトルは、

$$\bar{q} = [q(1), q(2), \dots, q(M)].$$

によって表わすことができる。

【0060】

ここで、エネルギー及びノイズフロアデータは、ベクトル

$$\bar{v} = [lsb, \dots, usb]$$

によって記述されるQMFフィルタバンク帯域全体で平均化される。該ベクトルは、使用する最低QMF帯域（lsb）から最高帯域（usb）までのQMF帯域成分を含み、そ

の長さが $M+1$ であり、(QMF 帯域における) 各スケールファクタ帯域の範囲が、

$$\begin{cases} l_l = \bar{v}(n) \\ l_u = \bar{v}(n+1) - 1 \end{cases}$$

によって与えられ、ここで l_l はスケールファクタ帯域 n の下限であり、 l_u は上限である。上記において、ノイズフロアレベルデータのベクトル

\bar{q}

10

は、エネルギーデータ

\bar{e}

のそれと同一周波数に分解されている。

【0061】

合成正弦波が一つのフィルタバンクチャンネルで生成されると、これを、その特定のスケールファクタ帯域に含まれる全てのサブバンドフィルタバンクチャンネルに対して考慮する必要がある。これがその周波数範囲のスペクトル包絡の最高周波数分解能であるためである。この周波数分解能はまた、HFR から紛失しているスペクトル線の周波数位置を指定するためにも使用され、出力に加える必要がある場合、これらの合成正弦波の生成及び補償は以下に従って行なうことができる。

20

【0062】

最初に、現行スケールファクタ帯域内の全てのサブバンドチャンネルを、その帯域に対する平均エネルギーが

$$\begin{cases} y_{re}(l) = x_{re}(l) \cdot g_{hfr}(l) \\ y_{im}(l) = x_{im}(l) \cdot g_{hfr}(l) \end{cases} \quad \forall l_l \leq l < l_u, l \neq l_s$$

に従って保持されるように調整する必要がある。ここで、 l_l 及び l_u は、合成正弦波が追加されるスケールファクタ帯域の限界であり、 x_{re} 及び x_{im} は実数及び虚数サブバンドサンプルであり、 l はチャンネルインデックスである。また、

30

$$g_{hfr}(n) = \sqrt{\frac{\bar{q}(n)}{1 + \bar{q}(n)}}$$

は所要利得調整係数であり、ここで n は現行スケールファクタ帯域である。ここで触れておかなければならないことは、上の式は正弦波が配置されるフィルタバンクチャンネルのスペクトル線／帯域通過信号に対しては有効でないということである。

【0063】

40

ここで注目すべきことは、上の式が、番号 l_s を持つチャンネルの帯域通過信号を除き、 l_{low} から l_{up} まで広がる所定のスケールファクタ帯域のチャンネルに対してのみ有効であるということである。番号 l_s の信号は以下の方程式グループによって処理される。

【0064】

マニピュレータ 1210 は、チャンネル番号 l_s を有するチャンネルに対し、以下の式を実行する。すなわち、合成正弦波を表わす複素変調信号によって、チャンネル l_s の帯域通過信号を変調する。さらに、マニピュレータ 1210 は、合成正弦波調整係数 g_{sine} によって合成正弦波のレベルを決定するとともに、HFR ブロック 1208 から出力されるスペクトル線の加重を実行する。したがって、以下の式は、正弦波が配置されるフィルタバンクチャンネル l_s に対してのみ有効である。

50

【0065】

したがって、正弦波は、

$$y_{re}(l_s) = x_{re}(l_s) \cdot g_{hfr}(l_s) + g_{sin}(l_s) \cdot \bar{\varphi}_{re}(k)$$

$$y_{im}(l_s) = x_{im}(l_s) \cdot g_{hfr}(l_s) + g_{sin}(l_s) \cdot (-1)^k \cdot \bar{\varphi}_{im}(k)$$

に従ってQMFチャネル l ($1 \leq l_s < l_u$) に配置される。式中、 k は変調ベクトルインデックス ($0 \leq k < 4$) であり、 $(-1)^k$ は全ての他のチャネルの複素共役を与える。QMFフィルタバンクの全ての他のチャネルは周波数反転されるので、これが必要である。複素サブバンドフィルタバンク帯域の真ん中に正弦波を配置するための変調ベクトルは、

$$\begin{cases} \bar{\varphi}_{re} = [1, 0, -1, 0] \\ \bar{\varphi}_{im} = [0, 1, 0, -1] \end{cases}$$

であり、合成正弦波のレベルは

$$g_{sin}(n) = \sqrt{c(n)}.$$

によって与えられる。

【0066】

上記のことは図4～6に示されている。原信号のスペクトルが図4に示され、上記処理がある場合とない場合の出力のスペクトルが図5～6に示されている。図5では、8 kHz範囲のトーンが広帯域雑音によって置き換えられている。図6では、8 kHz範囲のスケールファクタ帯域の真ん中に正弦波が挿入され、そのスケールファクタ帯域の正しい平均エネルギーが維持されるように、スケールファクタ帯域全体のエネルギーが調整されている。

【0067】

実用的実現

本発明は、任意のコーデックを使用するアナログ又はデジタルの信号の記憶又は送信用の様々な種類のシステム用に、ハードウェアチップ及びDSPのどちらでも実現することができる。図7に、本発明の可能な符号器の実現を示す。アナログ入力信号はデジタル信号に変換され(701)、HFR用のパラメータ抽出モジュール704のみならずコア符号器702にも送られる。復号器で高周波再構成後にどのスペクトル線が紛失するかを決定するために、解析が実施される(703)。これらのスペクトル線は適切な方法で符号化され、残りの符号化データと共にビットストリームに多重化される(705)。図8は、本発明の可能な復号器の実現を示す。ビットストリームは分離され(801)、低帯域がコア復号器803によって復号され、高帯域は適切なHFR装置804を用いて再構成され、HFR後に紛失するスペクトル線に関する追加情報が復号され(805)、紛失成分を再生するために使用される(806)。高帯域のスペクトル包絡は復号され(802)、再構築された広帯域のスペクトル包絡を調整するために使用される(807)。低帯域は、再構築された広帯域との正しい時間同期を確実にするために遅延され(808)、二つが共に加算される。デジタル広帯域信号がアナログ広帯域信号に変換される(809)。

【0068】

実現の細部において、符号化又は復号のための本発明の方法は、ハードウェア又はソフトウェアで実現することができる。実現は、対応する方法を実行するようにプログラム可能なコンピュータシステムと協調することのできる、電子的に読取可能な制御信号により

デジタル記憶媒体、特にディスク、CD上で行なうことができる。一般的に、本発明は、プログラム製品がコンピュータ上で作動するときに、本発明の方法を実行するために機械可読担体に格納されたプログラムコードを持つコンピュータプログラム製品にも関する。言い換えると、本発明はしたがって、コンピュータプログラムがコンピュータ上で作動するときに、符号化又は復号の本発明の方法を実行するためのプログラムコードを持つコンピュータプログラムである。

【0069】

上記の説明は複素システムに関係することに注意されたい。しかし、本発明の復号器の実現は、実数値システムでも有効である。この場合、マニピュレータ1210によって実行される方程式は実数部分の式だけを含む。

10

【図面の簡単な説明】

【0070】

【図1】 5.5 kHzのCOFより上に一つだけの正弦波を含む原信号のスペクトルを示すグラフである。

【図2】 ポップ音楽にベルを含む原信号のスペクトルを示すグラフである。

【図3】 予測利得の使用による紛失調波の検出を示すグラフである。

【図4】 原信号のスペクトルを示すグラフである。

【図5】 本発明を使用しない場合のスペクトルを示すグラフである。

【図6】 本発明による出力スペクトルを示すグラフである。

【図7】 本発明の可能な符号器の実現を示す線図である。

20

【図8】 本発明の可能な復号器の実現を示す線図である。

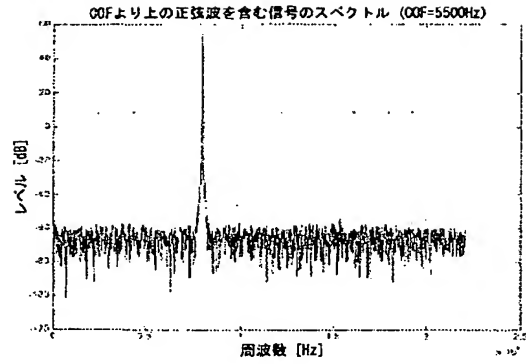
【図9】 本発明の符号器の略図である。

【図10】 本発明の復号器の略図である。

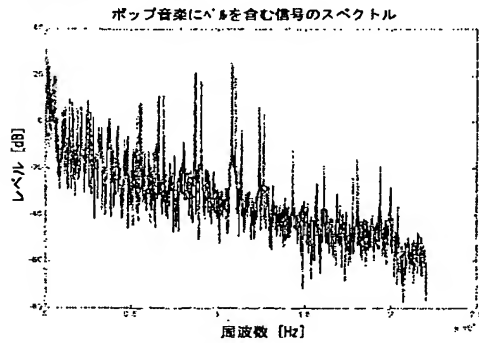
【図11】 クロスオーバー周波数及びサンプリング周波数に対するスペクトル範囲のスケールファクタ帯域及びチャネルへの編成を示すグラフである。

【図12】 フィルタバンク手法に基づくHFR転置方法に関連する本発明の復号器の略図である。

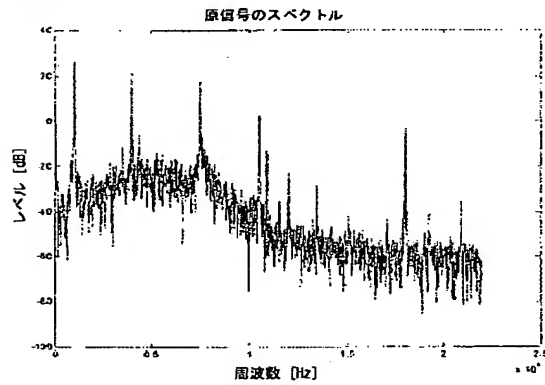
【図 1】



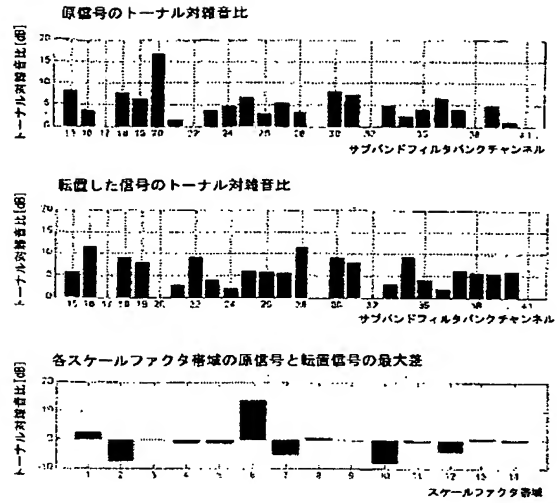
【図 2】



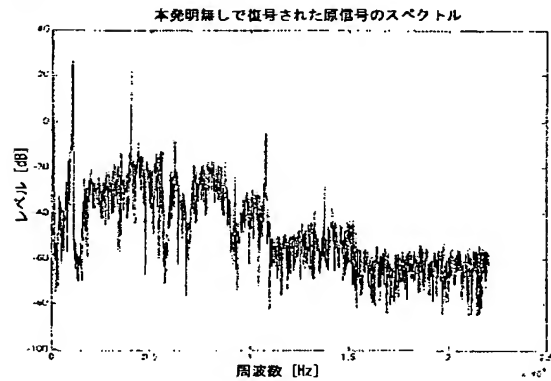
【図 4】



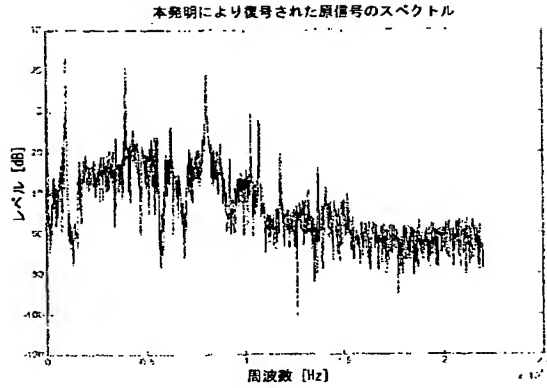
【図 3】



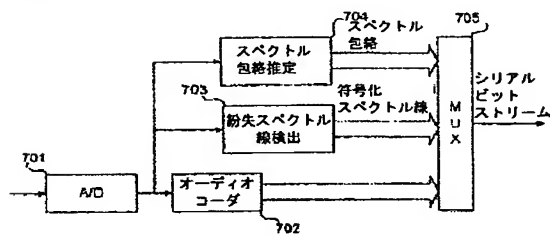
【図 5】



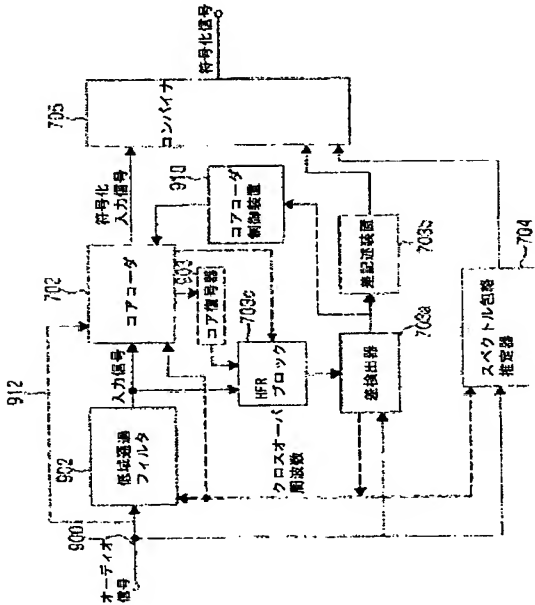
【図 6】



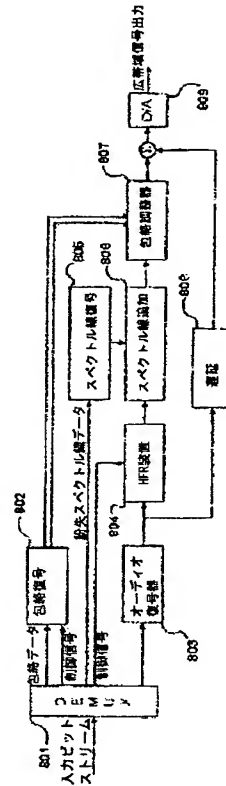
【図 7】



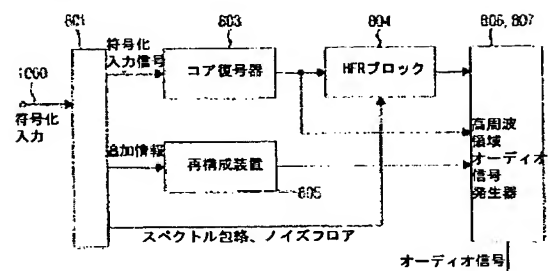
【図 9】



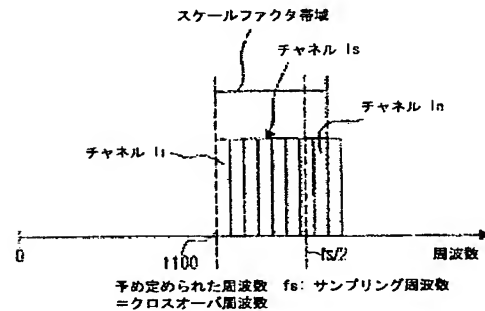
【図 8】



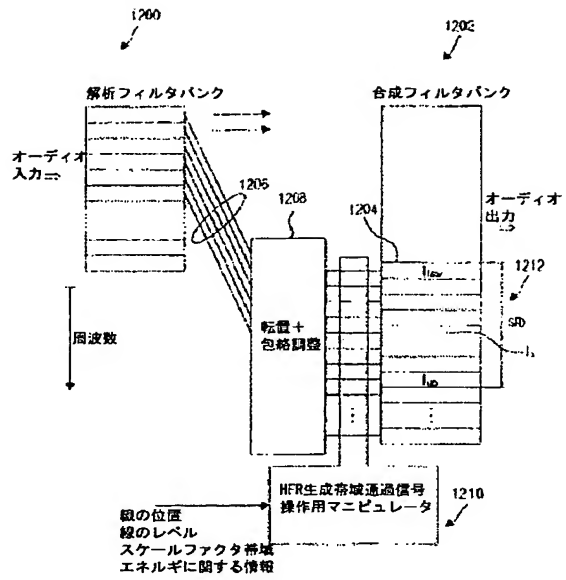
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/EP 02/13462A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G10L21/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G10L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No
A	VALIN J ET AL: "Bandwidth extension of narrowband speech for low bit-rate wideband coding" IEEE WORKSHOP ON SPEECH CODING. PROCEEDINGS, 17 - 20 September 2000, pages 130-132, XP010520065 page 131; figures 1,3 ---	1,22, 28-30
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 02, 28 February 1997 (1997-02-28) -& JP 08 263096 A (NIPPON TELEGR &TELEPH CORP <NTT>), 11 October 1996 (1996-10-11) abstract --- -/--	1,22, 28-30

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *I* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

I later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

V document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

S document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 May 2003

Date of mailing of the international search report

16/05/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, 1x 31 631 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ramos Sánchez, U

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 02/13462

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 98 57436 A (EKSTRAND PER RUNE ALBIN ;HENN LARS FREDRIK (SE); KJOERLING HANS MA) 17 December 1998 (1998-12-17) cited in the application page 2, line 18 -page 4, line 16 -----	1,22, 28-30
A	US 5 127 054 A (HONG DAEHYOUNG ET AL) 30 June 1992 (1992-06-30) cited in the application column 1, line 65 -column 2, line 2 column 2, line 27 - line 43 -----	1,22, 28-30

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 02/13462

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 08263096	A	11-10-1996	JP 3139602 B2	05-03-2001
WO 9857436	A	17-12-1998	SE 512719 C2	02-05-2000
			AU 7446598 A	30-12-1998
			BR 9805989 A	31-08-1999
			CN 1272259 T	01-11-2000
			EP 0940015 A1	08-09-1999
			WO 9857436 A2	17-12-1998
			JP 2001521648 T	06-11-2001
			SE 9800268 A	11-12-1998
US 5127054	A	30-06-1992	NONE	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,QM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,QM,GA,GN,GQ,QW, ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES, FI,GB,GD,GE,GH,QM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,N O,NZ,QM,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 ホルゲル・ヘーリッヒ

ドイツ連邦共和国 D-90419 ニールンベルグ ヴィーランドストラッセ 9
Fターム(参考) 5D045 DA20

THIS PAGE BLANK (USPTO)